

# Analisis Risiko Kegagalan Proyek *Coating Oil Tank* pada Perusahaan Fabrikasi-Konstruksi dengan Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Maylita Devi Cahyanti<sup>1</sup>, Endang Pudji Purwanti<sup>2</sup>, Moh. Syaiful Amri<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Pengelasan, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111<sup>1</sup>

Email: maylitadevi@gmail.com<sup>1</sup>

**Abstract** – The fabrication-construction industry in Indonesia continues to grow rapidly, including in the *Coating Oil Tank* project undertaken by a company in Gresik, East Java. This project involves the welding of *Steam Coil Pipes*, which play a crucial role in maintaining the fluid temperature inside the tank. However, significant delays occurred due to welding defects such as incomplete penetration and porosity, detected through *Radiography Tests*. This study aims to identify potential failures in this project using the *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* method and provide improvement recommendations based on priority levels. Failure risks were identified through interviews with relevant parties and a questionnaire filled out by experts, which were then analyzed based on categories of internal, external, human, and system risks. Each risk was assessed based on severity, occurrence, and detection to calculate the *Risk Priority Number (RPN)*. The results revealed that system failure had the highest RPN at 666.19, while welding defects such as incomplete penetration and porosity had RPNs of 464.30 and 485.84, respectively. Recommendations to mitigate these risks include retraining operators, improving inspection quality, and adopting better welding techniques. This study's findings are expected to improve project performance and minimize similar failures in future projects.

**Keyword:** FMEA, *Coating Oil Tank Project*, Risk Management, RPN, Welding Defect

## 1. PENDAHULUAN

Industri fabrikasi-konstruksi terus berkembang pesat, salah satunya ditunjukkan oleh sebuah perusahaan di Gresik, Jawa Timur yang mengerjakan proyek *Coating Oil Tank*. Proyek ini melibatkan pengelasan *Steam Oil Pipe*, yang berfungsi untuk mengalirkan fluida dan mengontrol suhu di dalam tangki. Namun, proses pengerjaan proyek ini tidak berjalan secara ideal. Salah satu penyebab utamanya adalah keterlambatan durasi pekerjaan yang disebabkan oleh perbaikan berulang pada sambungan pengelasan, terutama setelah terdeteksinya cacat las seperti *incomplete penetration* dan *porosity* melalui *Radiography Test*. Hal ini menunjukkan bahwa proyek tidak mampu memenuhi tiga kendala utama (*Triple Constraint*), yaitu waktu, kualitas, dan biaya [1].

Menurut teori manajemen proyek, keseimbangan antara ketiga faktor ini sangat penting untuk keberhasilan proyek. Ketidakseimbangan dapat menyebabkan keterlambatan yang merugikan dari segi waktu, biaya, dan kepercayaan dari *owner* proyek. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan penerapan manajemen proyek yang efektif agar setiap tahapan proyek berjalan sesuai jadwal dan kualitas yang diharapkan. Dalam kasus proyek *Coating Oil Tank* ini, kurang optimalnya sistem

manajemen proyek memerlukan analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi faktor penyebab keterlambatan dan kegagalan.

Penelitian ini menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) untuk mengidentifikasi risiko kegagalan pada aktivitas proyek *Coating Oil Tank* dan menentukan perbaikan berdasarkan skala prioritas. Identifikasi risiko dilakukan melalui wawancara untuk mendapatkan informasi terkait kondisi operasional, yang kemudian digunakan untuk mengembangkan kuesioner dengan indikator risiko. Indikator tersebut dikategorikan ke dalam *severity*, *occurrence*, dan *detection*, serta dihitung nilai RPN (*Risk Priority Number*). Hasil analisis ini menghasilkan rekomendasi untuk mengatasi penyebab kegagalan proyek, yang diharapkan dapat menjadi panduan bagi perusahaan dalam meningkatkan kinerja proyek dan mengurangi risiko kegagalan di masa mendatang.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada proyek *Coating Oil Tank* dengan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) serta memberikan rekomendasi penanganan. Identifikasi risiko kegagalan dilakukan melalui wawancara dengan pihak terkait, yaitu pihak *maincont* dan *subcont*, untuk memperoleh informasi mengenai kondisi

operasional dan proses fabrikasi. Indikator risiko yang dihasilkan kemudian dikategorikan berdasarkan kegagalan *internal*, eksternal, manusia, dan sistem. Untuk *welding defect*, diagram pareto digunakan untuk menampilkan jenis *defect* dari *Radiography Test*, sedangkan diagram *fishbone* mengidentifikasi penyebabnya. Indikator risiko tersebut dijadikan kuisisioner yang diisi oleh para ahli (*expert*) yang terlibat dalam proyek dan juga ahli yang berpengalaman dalam proyek fabrikasi. Setiap indikator risiko dinilai berdasarkan parameter yang mengukur tingkat dampak risiko, sesuai dengan "*The Basics of FMEA*." Hasil kuisisioner dihitung untuk mendapatkan nilai RPN, yang digunakan untuk menentukan prioritas risiko, dengan rekomendasi diberikan untuk risiko dengan RPN tertinggi.

### 2.1 Kriteria Penilaian Risiko

Menurut studi McDermott kriteria dalam menilai risiko mengacu pada "*The Basic of FMEA*"[2]. Adapun kriteria-kriteria tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1, Tabel 2.2, dan Tabel 2.3.

Tabel 2. 1 *Severity Ranking*

<i>Effect of Severity</i>	<i>Customer Effect</i>	<i>Rank</i>
<i>Failure to Meet Safety and/or Regulatory Requirements</i>	Kegagalan membahayakan tanpa adanya peringatan terlebih dahulu	10
	Kegagalan membahayakan dengan adanya 9 peringatan terlebih dahulu	9
<i>Loss or Degradation of Primary Function</i>	Kegagalan memberikan efek terhadap hilangnya fungsi utama	8
	Kegagalan memberikan efek terhadap penurunan fungsi utama	7
<i>Loss or Degradation of Secondary Function</i>	Kegagalan memberikan efek terhadap hilangnya fungsi sekunder	6
	Kegagalan memberikan efek terhadap penurunan fungsi sekunder	5
	Kegagalan memberikan efek yang berpengaruh pada mayoritas customer (>75%)	4
<i>Annoyance</i>	Kegagalan memberikan efek yang berpengaruh pada separuh customer (50%)	3
	Kegagalan memberikan efek yang berpengaruh pada minoritas customer (<25%)	2
<i>No Effect</i>	Kegagalan tidak memberikan efek	1

Tabel 2. 2 *Occurance Ranking*

<i>Likelihood of Failure</i>	<i>Possible Failure Rate</i>	<i>Rank</i>
<i>Very High</i>	≥100 per 1.000 atau Hampir selalu terjadi	10
	50 per 1.000 atau Sangat sering terjadi	9
<i>High</i>	20 per 1.000 atau Sering terjadi	8
	10 per 1.000 atau Cukup sering terjadi	7

<i>Likelihood of Failure</i>	<i>Possible Failure Rate</i>	<i>Rank</i>
	2 per 1.000 atau Sedikit sering terjadi	6
<i>Moderate</i>	0,5 per 1.000 atau Jarang terjadi	5
	0,1 per 1.000 atau Sedikit jarang terjadi	4
	0,01 per 1.000 atau Cukup jarang terjadi	3
<i>Low</i>	0,001 per 1.000 atau Sangat jarang terjadi	2
<i>Very Low</i>	≤ 0,001 per 1.000 atau Hampir tidak pernah terjadi	1

Tabel 2. 3 *Detection Ranking*

<i>Likelihood of Detection</i>	<i>Opportunity for Detection</i>	<i>Rank</i>
<i>Almost Impossible</i>	Kegagalan tidak mungkin terdeteksi melalui pengecekan	10
	Pengecekan gagal sehingga tidak mampu mendeteksi kegagalan	9
<i>Remote</i>	Pengecekan berpeluang sangat kecil bisa mendeteksi kegagalan	8
<i>Very Low</i>	Pengecekan berpeluang kecil bisa mendeteksi kegagalan	7
<i>Low</i>	Pengecekan kemungkinan bisa mendeteksi kegagalan	6
<i>Moderate</i>	Pengecekan berpeluang besar bisa mendeteksi kegagalan	5
<i>Moderate High</i>	Pengecekan berpeluang sangat besar bisa mendeteksi kegagalan	4
<i>High</i>	Pengecekan bisa mendeteksi kegagalan	3
<i>Very High</i>	Pengecekan hampir selalu bisa mendeteksi kegagalan	2
<i>Almost Certain</i>	Pengecekan selalu bisa mendeteksi kegagalan	1

### 2.2 Perhitungan Risk Priority Number (RPN)

Nilai dari *severity* (S), *occurance* (O), dan *detection* (D) diperoleh dari hasil kuisisioner yang telah diisi oleh para *expert* (responden). Masing-masing kriteria risiko dari para responden dilakukan perhitungan rata-rata sesuai persamaan (1) sebelum dilakukan perhitungan nilai RPN-nya sesuai persamaan (2)[3].

$$\text{Nilai rata - rata} = \frac{\text{Nilai Total}}{\text{Jumlah Responden}} \quad (1)$$

$$\text{RPN} = S \times O \times D \quad (2)$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode FMEA yang diawali dengan proses wawancara terhadap para *expert* yang terlibat dalam proyek tersebut (dari pihak *maincont* dan *subcont*) untuk mengetahui kendala apa saja yang terjadi disetiap kegiatan. Hasil wawancara tersebut kemudian diolah kembali untuk digolongkan menjadi beberapa indikator risiko kegagalan proyek dan selanjutnya di *breakdown* untuk mendapatkan sub kriteria risiko. Sub kriteria risiko tersebut selanjutnya diolah

menjadi kuisioner dan dibagikan kepada para responden. Setelahnya, hasil olah data akan dianalisis dengan menggunakan metode FMEA (*Failure Mode Effect and Analysis*) dan menghasilkan output berupa usulan rekomendasi pengendalian.

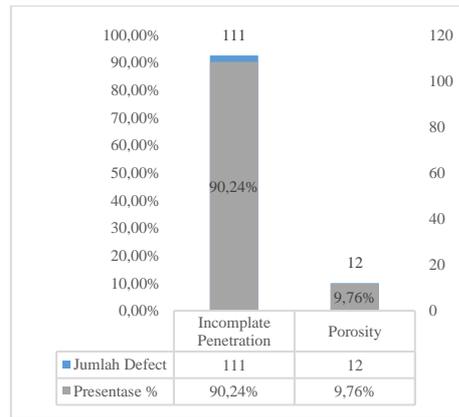
### 3.1 Identifikasi Risiko

Proses pengidentifikasian risiko dilakukan dengan cara mengkategorikan jenis risiko yang terjadi pada setiap kegiatan yang berada pada *schedule* proyek.

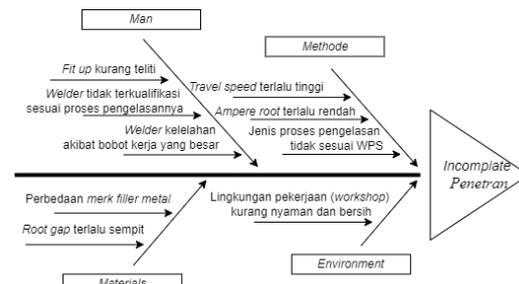
Tabel 3. 1 Daftar Risiko Proyek

Kategori Risiko	Kode	Indikator Risiko
Kegagalan Internal	I1	Durasi pengerjaan proyek aktual berbeda dengan <i>schedule planning</i> yang telah disepakati
	I2	Proses <i>Fit-Up</i> terhambat
	I3	Pihak <i>subcont</i> tidak segera melakukan <i>update</i> revisi <i>drawing</i>
Kegagalan Manusia	M1	<i>Welder</i> tidak terqualifikasi sesuai proses pengelasannya
	M2	terdapat <i>miscommunication</i> antara pihak <i>maincont</i> dan <i>subcont</i> ( <i>engineering</i> )
	M3	Jumlah <i>manpower</i> tidak sesuai dengan bobot kerja
	M4	Perbedaan merk <i>filler</i> metal mempengaruhi kinerja <i>welder</i>
	M5	terjadi ketidaksesuaian oleh tim produksi saat melakukan identifikasi <i>mapping</i>
Kegagalan Sistem	S1	Proses pengelasan yang dilakukan tidak sesuai WPS/standard by client
	S2	Pihak <i>subcont</i> tidak benar benar memahami kualifikasi yang diminta dari pihak <i>maincont</i>
	S3	Prosedur kerja tidak berjalan dengan baik
	S4	Dokumen masih <i>on</i> proses ketika barang sudah <i>running</i>
	S5	Kelengkapan sarana kurang diperhatikan
Kegagalan Eksternal	E1	Pihak <i>maincont</i> tidak melakukan <i>survey actual</i> lapangan secara keseluruhan sebelum menandatangani kontrak
	E2	Pihak <i>maincont</i> tidak ada saat proses <i>preparation</i> ( <i>request by inspection</i> )
	E3	Pihak <i>maincont</i> baru diberi <i>request by inspection</i> saat inspeksi <i>final welding</i>
	E4	Pihak <i>maincont</i> tidak segera hadir untuk segera dilakukan inspeksi material
	E5	<i>Approved drawing</i> terlambat

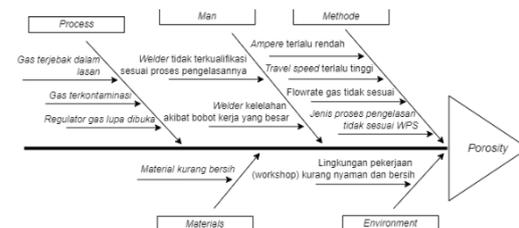
Identifikasi cacat las dilakukan menggunakan diagram pareto untuk mengidentifikasi cacat las apa saja yang terjadi sesuai Gambar 3.1 dan dicari indikator risiko penyebab cacat las dengan diagram *fishbone* sesuai Gambar 3.2 dan Gambar 3.3.



Gambar 3. 1 Diagram Pareto : Welding Defect



Gambar 3. 2 Fishbone Diagram : Incomplete Penetration



Gambar 3. 3 Fishbone Diagram : Porosity

### 3.2 Perhitungan FMEA

Analisis data menggunakan metode FMEA dilakukan dengan perhitungan nilai RPN pada indikator risiko proyek *Coating Oil Tank* dari hasil kuisioner yang telah dibagikan kepada para *expert*.

Tabel 3. 2 Perhitungan FMEA : Daftar Risiko Proyek

Kategori Risiko	S	Kode	O	D	RPN	RPN (%)
Kegagalan Internal	8,27	I1	8,27	8,36	571,99	6,07
		I2	7,73	8,36	534,65	5,68
		I3	8,45	7,64	534,11	5,67
Kegagalan Manusia	7,98	M1	7,80	9,00	560,20	5,95
		M2	8,20	8,10	530,03	5,63
		M3	8,40	7,90	529,55	5,62
		M4	6,40	6,40	326,86	3,47
		M5	7,00	6,70	374,26	3,97
Kegagalan Sistem	8,42	S1	8,60	9,20	666,19	7,07
		S2	8,00	8,20	552,35	5,86
		S3	8,50	8,40	601,19	6,38
		S4	8,00	7,90	532,14	5,65
		S5	8,60	8,00	579,30	6,15
Kegagalan Eksternal	7,78	E1	6,80	6,90	365,04	3,88
		E2	7,40	7,70	443,30	4,71
		E3	8,60	8,30	555,34	5,90
		E4	8,60	8,60	575,41	6,11
		E5	9,10	8,30	587,62	6,24
<b>Total</b>					<b>9419,53</b>	<b>100</b>

Tabel 3. 3 Perhitungan FMEA : Daftar Risiko *Welding Defect* (*Incomplete Penetration*)

Jenis Cacat Las	S	Kode	O	D	RPN	RPN (%)
<i>Incomplete Penetration</i>	9,13	IP1	9,13		464,30	12,16
		IP2	8,80	5,57	447,52	11,72
		IP3	8,00		406,83	10,66
		IP4	4,47		227,32	5,95
		IP5	9,00	5,29	434,68	11,39
		IP6	7,93		383,00	10,03
		IP7	5,80	5,86	310,31	8,13
		IP8	7,93	5,21	398,20	10,43
		IP9	8,07	4,57	336,71	8,82
		IP10	9,80		408,90	10,71
<b>Total</b>				<b>3817,77</b>	<b>100</b>	

Tabel 3. 4 Perhitungan FMEA : Daftar Risiko *Welding Defect* (*Porosity*)

Jenis Cacat Las	S	Kode	O	D	RPN	RPN (%)
<i>Porosity</i>	9,13	P1	8,00		396,61	9,66
		P2	8,00	5,43	396,61	9,66
		P3	9,80		485,84	11,84
		P4	8,87	4,57	370,09	9,02
		P5	6,93		289,15	7,05
		P6	7,87	5,21	374,35	9,12
		P7	9,73	4,21	373,99	9,11
		P8	7,40		284,44	6,93
		P9	9,20	4,43	372,10	9,07
		P10	9,07	4,43	366,84	8,94
		P11	9,00	4,79	393,59	9,59
<b>Total</b>				<b>4103,63</b>	<b>100</b>	

Berdasarkan nilai RPN yang telah dihitung, peringkat teratas dari masing-masing kategori risiko diprioritaskan untuk mendapatkan usulan perbaikan yang dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Risiko Tertinggi dari Masing-Masing Daftar Risiko

Jenis Risiko	Indikator Risiko	RPN
Risiko Proyek : Kegagalan Sistem	Proses pengelasan yang dilakukan tidak sesuai WPS/standard by client	666,19
Risiko <i>Welding Defect</i> ( <i>Incomplete Penetration</i> )	Fit up kurang teliti	464,30
Risiko <i>Welding Defect</i> ( <i>Porosity</i> )	Gas terjebak dalam lasan	485,84

### 3.3 Usulan Rekomendasi

Pada penelitian ini didapatkan tiga indikator risiko dengan nilai RPN tertinggi untuk mendapatkan usulan rekomendasi pengendalian. Usulan rekomendasi diberikan oleh para *expert* yang terlibat dalam proyek *Coating Oil Tank* dan juga oleh para *expert* yang sudah berpengalaman dalam pengerjaan proyek, serta hasil observasi secara langsung oleh peneliti. Usulan rekomendasi dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3. 6 Usulan Rekomendasi

Cause	Usulan Rekomendasi
Proses pengelasan yang dilakukan tidak	Lakukan pelatihan ulang untuk operator pengelasan mengenai standar WPS. Buat sistem pengecekan dan audit berkala untuk memastikan bahwa prosedur pengelasan mengikuti standar yang ditetapkan oleh client.

sesuai WPS / standard by client	Gunakan <i>quality control</i> atau <i>inspector</i> yang memastikan bahwa pengelasan dilakukan sesuai prosedur yang telah ditetapkan.
Fit up kurang teliti	Terapkan <i>quality check</i> sebelum proses pengelasan untuk memastikan bahwa <i>fit up</i> sudah sesuai dengan standar. Lakukan pelatihan bagi teknisi atau operator yang bertanggung jawab terhadap <i>fit up</i> agar lebih teliti.
Gas terjebak dalam lasan	Gunakan teknik pengelasan yang dapat mengurangi kemungkinan gas terjebak, seperti pengaturan parameter pengelasan yang sesuai (arus, tegangan, kecepatan). Pastikan bahwa material dan elektroda yang digunakan bersih dan kering dari kelembaban.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian analisis risiko kegagalan pada proyek *Coating Oil Tank* menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) didapatkan kesimpulan bahwa didapatkan tiga puluh sembilan indikator risiko total dari tiga kategori risiko dengan nilai RPN tertinggi dari masing-masing kategori, yaitu RPN 666,19 dari risiko proyek kegagalan system, RPN 464,30 dari risiko *welding defect* (*incomplete penetration*), RPN 485,84 dari risiko *welding defect* (*porosity*).

Usulan rekomendasi untuk upaya meminimalisasi risiko kegagalan dan meningkatkan kinerja proyek secara menyeluruh yang diberikan dalam penelitian ini adalah melakukan pelatihan ulang untuk operator pengelasan mengenai standar WPS, membuat sistem pengecekan dan audit berkala untuk memastikan bahwa prosedur pengelasan mengikuti standar yang ditetapkan oleh *client*, menggunakan *quality control* atau *inspector* yang memastikan bahwa pengelasan dilakukan sesuai prosedur yang telah ditetapkan, menerapkan *quality check* sebelum proses pengelasan untuk memastikan bahwa *fit up* sudah sesuai dengan standar, melakukan pelatihan bagi teknisi atau operator yang bertanggung jawab terhadap *fit up* agar lebih teliti, menggunakan teknik pengelasan yang dapat mengurangi kemungkinan gas terjebak, seperti pengaturan parameter pengelasan yang sesuai (arus, tegangan, kecepatan), memastikan bahwa material dan elektroda yang digunakan bersih dan kering dari kelembaban.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyusunan jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak, penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Rachmad Tri Soelistjono, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS).
2. Bapak Priyambodo Nur Ardi Nugroho, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Bangunan Kapal PPNS Surabaya.

3. Bapak Mukhlis, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi D4 Teknik Pengelasan PPNS Surabaya.
4. Bapak Imam Khoirul Rohmat, S.ST., M.T. Selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi D4 Teknik Pengelasan PPNS.
5. Ibu Dra. Endang Pudji Purwanti, M.T. Selaku Dosen Pembimbing I penulis yang telah memberikan bimbingan, masukan, dukungan, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Moh. Syaiful Amri, S. ST., M.T. Selaku Dosen Pembimbing II penulis yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan arahan yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Bachtiar, S.T., M.T., Moch. Karim Al Amin, S.ST., M.T., dan Hendri Budi Kurniyanto, S.ST., M.T., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir Penulis.
8. Kedua orang tua penulis, yaitu Ibu Dewi Susiwi, SH dan Ayah Julijantono, ST. Serta saudara kandung penulis Yuliska Aishah dan seluruh keluarga besar penulis yang telah memberikan doa, motivasi, dan dukungan selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Para narasumber terlibat yang telah bersedia untuk diwawancarai dan memberikan banyak masukan beserta data. Terutama untuk saudari Sri Indriani dan keluarga alumni D4 Teknik Pengelasan dari angkatan 2013, 2014, 2017, 2018, dan 2019 yang bersedia meluangkan waktunya ditengah kesibukan bekerja untuk membantu sebagai responden pada kuisioner Tugas Akhir ini.
10. Seluruh Saudara D4 Teknik Pengelasan angkatan 2020 yang telah bersama dan sudah banyak membantu penulis selama 4 tahun ini.

## 7. PUSTAKA

- [1] A. R. Ekanugraha, “Evaluasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode Cpm Dan Pert (Studi Kasus Pembangunan Terminal Binuang Baru Kec. Binuang),” 2016, pp. 8–24. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/123456789/3761>
- [3] I. A. Oktaviasari, *Analisa Risiko Operasional Pada Perusahaan Jasa Logistik Dengan Menggunakan Metode Fmea Dan Fta*. 2020. [Online]. Available: <http://repository.ppns.ac.id/3790/>
- [2] P. A. P. Islamey, “ANALISIS KEGAGALAN DALAM PROSES BONGKAR MUAT PETIKEMAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS ( FMEA ) DAN METODE FAULT TREE ANALYSIS ( FTA ),” 2023.